

Горин М.В., аспирант  
Фурман Е.Л., проф., д-р техн. наук  
Толстых Л.Г., доц., канд. техн. наук

## ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ НА ТВЁРДОСТЬ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

При разработке порошковой проволоки в качестве наплавочного материала для прессового инструмента горячего деформирования необходимо, чтобы наплавленный данной проволокой металл имел достаточно низкую твёрдость в состоянии после наплавки (чтобы не препятствовать обработке резанием), которая в процессе работы инструмента возрастала бы за счёт старения мартенсита. Известно, что коэффициент заполнения порошковой проволоки – это отношение массы шихты, которая заполняет проволоку, ко всей массе проволоки и умноженное на 100%. Коэффициент заполнения порошковой проволоки может оказывать существенное влияние на свойства наплавленного металла, в том числе и на его твёрдость. Проведёнными ранее исследованиями в выбранной Cr-W-Mn-Si-Ti композиции на железной основе было установлено, что наибольший прирост твёрдости 12HRC наплавленный металл приобретает при следующем содержании компонентов в шихте:

Cr = 5 %; W = 9 %; Mn = 13 %; FeSi = 2 %; FeTi = 1 %, остальное – железо.

При таком содержании легирующих элементов в композиции исходная твёрдость наплавленного металла в состоянии после наплавки составляет 35HRC. Выдержка в печи в течение 2 часов при оптимальной температуре старения для данной композиции 600<sup>0</sup>C способствует повышению твёрдости наплавленного металла до 47HRC. Коэффициент заполнения в данном случае составляет 31%. Необходимо определить допустимые отклонения коэффициента заполнения, при которых не происходит значительного снижения твёрдости наплавленного металла. Для этого было изготовлено 4 состава порошковых проволок с вышеназванным содержанием легирующих элементов. Коэффициент заполнения менялся от 29 до 33%. Затем проводилась наплавка изготовленными проволоками под флюсом АН-20 на пластины из стали Ст.3 по 3 слоя на каждую по режимам, используемым для наплавки порошковыми проволоками. После наплавки и механической обработки проводилось измерение твёрдости наплавленного металла на твердомере типа ТК-2 по известной методике. Затем проводилась термическая обработка всех образцов при температурах 550, 600, 650, 700, 750, 800, 900 и 1000<sup>0</sup>C. Время выдержки при каждой температуре 2 часа. После выдержки при каждой температуре проводилось охлаждение образцов до комнатной температуры и измерение твёрдости на твердомере ТК-2. Результаты проведённых исследований по определению зависимости твёрдости от температуры старения при разных коэффициентах заполнения порошковой проволоки сведены в таблицу.

**Зависимость твёрдости от температуры старения при разных коэффициентах заполнения**

| $K_3$ | Твёрдость, HRC от температуры, °C |     |     |     |     |     |     |     |      |
|-------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|       | 20                                | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 900 | 1000 |
| 29%   | 39                                | 42  | 42  | 41  | 40  | 39  | 38  | 37  | 36   |
| 30%   | 36                                | 45  | 46  | 45  | 41  | 40  | 39  | 39  | 38   |
| 31%   | 35                                | 45  | 47  | 46  | 42  | 40  | 38  | 37  | 37   |
| 32%   | 35                                | 44  | 46  | 44  | 41  | 39  | 38  | 37  | 36   |
| 33%   | 20                                | 24  | 35  | 42  | 41  | 40  | 39  | 37  | 35   |

На основании полученных результатов можно сделать следующий вывод: оптимальное значение коэффициента заполнения, при котором сохраняется наибольший прирост твёрдости, находится в пределах 30-32 %. При  $K_3=29$  % прирост твёрдости уменьшается, вероятно, из-за снижения легирования при повышении содержания железа. При  $K_3=33$  % наплавленный металл становится немагнитным вследствие образования в структуре аустенита, о чём также говорит резкое падение его твёрдости.